

Title	繰り返し重ね接合圧延(A R B)による構造用金属材料の結晶粒超微細化
Author(s)	紙川, 尚也
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46816">https://hdl.handle.net/11094/46816</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	紙 川 尚 也
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20300 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	繰り返し重ね接合圧延 (ARB) による構造用金属材料の結晶粒超微細化
論文審査委員	(主査) 助教授 辻 伸泰 (副査) 教授 馬越 佑吉 教授 南埜 宜俊 教授 中谷 彰宏 教授 浅田 稔 教授 石黒 浩 教授 黄地 尚義 教授 安田 秀幸

### 論文内容の要旨

本研究では、ARB プロセスを用いた強ひずみ加工に伴う超微細粒組織の形成機構と、強ひずみ加工によって作製された超微細粒材料の焼鈍に伴う組織の変化を明らかにし、超微細粒材料の機械的性質と組織との関連性について議論した。

第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的について述べた。

第 2 章では、Ti 添加極低炭素 IF 鋼に対して ARB による強ひずみ加工を施し、超微細粒組織の形成機構を明らかにした。強ひずみ加工による超微細粒組織の形成機構は、塑性変形によって初期結晶粒内に大きな方位差を有するバウンダリを多く導入することによって、初期結晶粒を細かく分割していく過程、すなわち grain subdivision で説明できることを明らかにした。また、強ひずみ加工によって形成される超微細粒組織は、大部分が方位差 15° 以上の大角粒界で囲まれた結晶粒組織を示すが、超微細粒の粒内には多くの転位や小角粒界が存在するという特徴も明らかとなった。

第 3 章では、種々の純度を有するアルミニウムに対して ARB による強ひずみ加工を施し、超微細粒組織の発達過程を明らかにした。純アルミニウムの ARB に伴う超微細粒組織の形成機構は、極低炭素 IF 鋼の場合と同様に、塑性変形による grain subdivision であることを示した。また、強ひずみ加工によって形成される超微細粒組織は、塑性変形による grain subdivision と、その後の回復・粒成長との兼ね合いで決定されることを見出した。

第 4 章では、種々のひずみ量まで ARB による加工を施された極低炭素 IF 鋼の焼鈍に伴う組織変化を明らかにした。強ひずみ加工によって形成された超微細粒組織の焼鈍に伴う組織変化は、粒内の回復を伴いながら進行する通常粒成長的な挙動を示すことを明らかにした。こうした組織変化は、核生成・成長による通常の不連続再結晶と区別して、連続再結晶と呼ぶことができる。

第 5 章では、ARB による強ひずみ加工によって作製された超微細粒組織を有する純アルミニウムの焼鈍に伴う組織変化を明らかにした。超微細粒アルミニウムに対して焼鈍を施した場合は、低温焼鈍においては極低炭素 IF 鋼の場合と同様、連続再結晶が生じるが、高温では試料の一部において異常粒成長を示した。この原因については、強ひずみ加工材の試料内部に形成されたバウンダリの方位差の分布を考慮に入れた議論を行った。

第6章では、ARBによる強ひずみ加工と焼鈍によって作製された種々の平均粒径を有する極低炭素IF鋼、および純アルミニウムの機械的性質を系統的に明らかにした。超微細粒材料が通常粒径材料とは異なる種々の特異な機械的性質を示すことを見出した。特に、ARBと焼鈍により作製された超微細粒材料の強度は、粗大粒材料のHall-Petch曲線から予測される強度に比べて高い値を示した。強ひずみ加工と焼鈍により作製された超微細粒材料が示すこうした特異な機械的性質と組織の関連性について議論した。

第7章では、本研究で得られた結果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

近年、構造用金属材料に対して強ひずみ加工を施すことによって、結晶粒組織をサブミクロン以下に超微細化できることが明らかとなり、世界的に非常に盛んに研究が行われている。しかしながら、強ひずみ加工に伴う超微細粒組織の形成機構や、超微細粒材が示す非常に大きな強度の起源に関しては、ほとんど理解が進んでいない。本研究では、ARB (accumulative roll bonding) プロセスを用いた強ひずみ加工に伴う超微細粒組織の形成機構と、強ひずみ加工によって作製された超微細粒材料の焼鈍に伴う組織の変化を明らかにし、超微細粒材料の機械的性質と組織との関連性について議論している。得られた主な成果は以下の通りである。

(1) Ti添加極低炭素IF鋼および種々の純度を有するアルミニウムに対してARBによる強ひずみ加工を施し、超微細粒組織の形成機構を明らかにしている。強ひずみ加工による超微細粒組織の形成機構は、塑性変形によって初期結晶粒内に大きな方位差を有するバウンダリを多く導入し、初期結晶粒を細かく分割していく過程、すなわち grain subdivision で説明できることを見出している。また、強ひずみ加工によって形成される超微細粒組織は、塑性変形による grain subdivision と、その後の回復・粒成長との兼ね合いで決定されることを明らかにしている。

(2) 種々のひずみ量までARBによる加工を施された極低炭素IF鋼および純アルミニウムの焼鈍に伴う組織変化を明らかにしている。強ひずみ加工によって形成された超微細粒組織の焼鈍に伴う組織変化は、粒内の回復を伴いながら進行する通常粒成長的な挙動を示すことを見出している。こうした組織変化は、核生成・成長による通常の不連続再結晶と区別して、連続再結晶と呼ぶことができる。

(3) ARBによる強ひずみ加工と焼鈍によって作製された種々の平均粒径を有する極低炭素IF鋼、および純アルミニウムの機械的性質を系統的に明らかにしている。超微細粒材料が通常粒径材料とは異なる種々の特異な機械的性質を示すことを見出している。強ひずみ加工と焼鈍により作製された超微細粒材料が示す特異な機械的性質と組織の関連性について詳細に議論している。

以上のように、本論文は極低炭素鋼およびアルミニウムの強ひずみ加工に伴う超微細粒組織の形成機構をはじめ、明らかにするとともに、その組織を詳細に定量化した上で、超微細粒材が示す特異な力学特性（特に高強度）と組織の相関性について精緻な議論を行なっている。こうした結果は、将来的に高強度構造部材としての利用が期待される超微細粒材料の組織制御と力学特性の設計に対して大きく寄与するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。